

PAT-NO: JP404294533A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04294533 A

TITLE: MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

PUBN-DATE: October 19, 1992

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

NAKAMURA, TOMOKO

SAITO, TSUTOMU

INT-CL (IPC): H01L021/302, H01L021/28 , H01L021/28

US-CL-CURRENT: 438/706, 438/FOR.120 , 438/FOR.393

ABSTRACT:

PURPOSE: To enable a shape to be maintained to be vertical and anisotropic etching without any etching shift to be performed by using the dry etching method of a polysilicon layer or polycide with a high selection ratio for silicon oxide film and resist.

CONSTITUTION: When etching a polysilicon layer 3 or polycide layers 3 and 3 which are formed through a silicon oxide film 2 on a semiconductor substrate 1 using a mask 5, a mixed gas of hydrogen bromide and nitrogen is used as an etching gas for performing anisotropic etching. Also, a mixed gas of hydrogen bromide and nitrous oxide is used as an etching gas for performing anisotropic etching. Also, anisotropic etching is performed by using a mixed gas of chlorine and nitrous oxide as an etching gas.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-294533

(43)公開日 平成4年(1992)10月19日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F 1	技術表示箇所
H 0 1 L 21/302	F	7353-4M		
21/28	F	7738-4M		
	3 0 1 D	7738-4M		

審査請求 未請求 請求項の数3(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平3-59278

(22)出願日 平成3年(1991)3月25日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 中村 知子

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 齋藤 勉

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 井柘 貞一

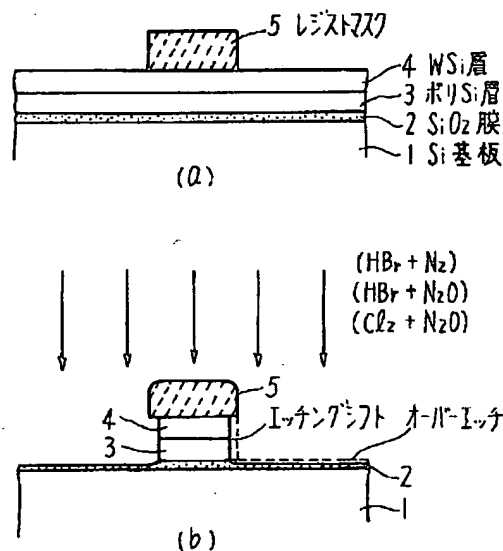
(54)【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57)【要約】

【目的】 半導体装置の製造方法に関し、シリコン酸化膜やレジストに対する選択比の高いポリシリコン層或いはポリサイド層のドライエッチング方法で、形状を垂直に保ちかつエッチングシフトのない異方性エッチング方法を目的とする。

【構成】 半導体基板1上にシリコン酸化膜2を介して形成されたポリシリコン層3或いはポリサイド層3, 4をマスク5を用いてエッチングするに際し、臭化水素と窒素の混合ガスをエッチングガスとして用い、異方性エッチングを行うように構成する。また、臭化水素と亜酸化窒素の混合ガスをエッチングガスとして用い、異方性エッチングを行うように構成する。また、塩素と亜酸化窒素の混合ガスをエッチングガスとして用い、異方性エッチングを行うように構成する。

エッチングの実施例を説明するための断面図



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板(1)上にシリコン酸化膜(2)を介して形成されたポリシリコン層(3)或いはポリサイド層(3, 4)をマスク(5)を用いてエッチングするに際し、臭化水素と窒素の混合ガスをエッチングガスとして用い、異方性エッチングを行うことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 半導体基板(1)上にシリコン酸化膜(2)を介して形成されたポリシリコン層(3)或いはポリサイド層(3, 4)をマスク(5)を用いてエッチングするに際し、臭化水素と亜酸化窒素の混合ガスをエッチングガスとして用い、異方性エッチングを行うことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項3】 半導体基板(1)上にシリコン酸化膜(2)を介して形成されたポリシリコン層(3)或いはポリサイド層(3, 4)をマスク(5)を用いてエッチングするに際し、塩素と亜酸化窒素の混合ガスをエッチングガスとして用い、異方性エッチングを行うことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体装置の製造方法に係り、特にポリシリコン層或いはポリサイド層のドライエッチング方法に関する。

【0002】近年、半導体デバイスの高速化、高集積化に伴い、その構造はますます複雑になってきており、その構造を実現するための工程にも、より精度の高い加工技術が要求されている。ドライエッチング加工工程においては下地膜とのエッチレート比（選択比）が特に重要になっている。中でも、シリコン酸化膜上のポリシリコン層或いはポリサイド層のドライエッチングにおいては下地のシリコン酸化膜に対する選択比の向上が望まれ、さらに寸法精度や形状の垂直性も望まれる。

【0003】

【従来の技術】従来、シリコン系膜のドライエッチングは、HBrに酸素を添加したガスまたは塩素に酸素を添加したガスをエッチングガスとして行われている。それはこれらのガスが下地酸化膜（SiO₂膜）に対して選択比が大きくとれるのと、容易に垂直形状が得られるためである。

【0004】図9(a)～(c)はエッチングの従来例を説明するための断面図であり、1はSi基板、2はSiO₂膜、3はポリSi層、4はWSi層、5はレジストマスク、5aはエッチング後のレジストマスク、15は側壁付着膜、16はアンダーカットを表す。図10は(HBr+O₂)によるポリSiのエッチレートと選択比を示す図であり、図11は(Cl₂+O₂)によるポリSiの対レジスト選択比を示す図である。以下、これらの図を参照しながら、ポリサイドゲート電極をエッチング加工する従来例について説明する。

2

【0005】図9(a)参照

Si基板1に熱酸化によりSiO₂膜2を形成し、その上に、例えばCVD法によりポリSi層3とタングステンシリサイド(WSi)層4を連続して堆積する。WSi層4の上にそのWSi層4とポリSi層3をエッチングしてゲート電極を形成するためのレジストマスク5を形成する。

【0006】図9(b)参照

この後、このようなウエハー6を、例えば平行平板型反応性イオンエッチング装置に配置して、(HBr+O₂)ガス或いは(Cl₂+O₂)ガスを供給し、レジストマスク5をマスクにしてWSi層4とポリSi層3のドライエッチングを行う。この時エッチング途中において側壁に(HBr+O₂)ではSiBrO系の付着膜が、(Cl₂+O₂)ではSiClO系の付着膜が形成され、これらの側壁付着膜15が保護膜になって垂直形状が保たれる。しかし、エッチング側壁に無視し得ないエッチングシフトが生じる、また、下地酸化膜(SiO₂膜)に若干のオーバーエッチが生じる。

【0007】図10は(HBr+O₂)によるポリSiのエッチレートと選択比を示す図である。この図に見るように、O₂を添加して行くと対SiO₂選択比は向上するからオーバーエッチは実用上問題とならない。しかし、O₂を添加して行くと対レジスト選択比が急激に低下し、そのため、図9(b)に見るようにレジストマスク5はエッチング後のレジストマスク5aに示するような膜減りを生じ、エッチングシフトが大きくなる。

【0008】図11は(Cl₂+O₂)によるポリSiの対レジスト選択比を示す図である。この場合もO₂を添加して行くと対レジスト選択比が急激に低下し、エッチング後のレジストマスクに膜減りを生じ、エッチングシフトが大きくなる。

【0009】図9(c)参照

この後レジストマスクを剥離し、側壁付着膜15をエッチングして除去する。ところが、SiBrO系の付着膜やSiClO系の付着膜は大変強固なため、濃度の高いフッ酸でないと除去できない。完全に除去する時には下地のSiO₂膜が大きくえぐられてアンダーカット16を生じる。

【0010】したがって、従来の方法ではシリコン系膜のエッチングにおいて、エッチングシフトとアンダーカットが生じて微細加工に支障を来し、デバイスの高集積化、高速化の妨げとなっていた。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記の問題に鑑み、ポリシリコン層或いはポリサイド層のエッチングにおいて、下地酸化膜及びレジストに対する選択比が高く、かつパターン幅の精度もよいドライエッチングを行い、下地酸化膜にアンダーカットの生じるようなウェットエッチングは不要とする方法を提供することを目的と

する。

【0012】

【課題を解決するための手段】図1(a), (b)はエッチングの実施例を説明するための断面図である。上記課題は、半導体基板1上にシリコン酸化膜2を介して形成されたポリシリコン層3或いはポリサイド層3、4をマスク5を用いてエッチングするに際し、臭化水素と窒素の混合ガスをエッチングガスとして用い、異方性エッチングを行う半導体装置の製造方法によって解決される。

【0013】また、臭化水素と亜酸化窒素の混合ガスをエッチングガスとして用い、異方性エッチングを行う半導体装置の製造方法によって解決される。また、塩素と亜酸化窒素の混合ガスをエッチングガスとして用い、異方性エッチングを行う半導体装置の製造方法によって解決される。

【0014】

【作用】本発明をなすにあたっての異方性ドライエッチングの実験結果によれば、臭化水素に窒素を混合していくと、シリコン酸化膜に対するポリシリコン層3或いはポリサイド層3、4のエッチングの選択比が大きくなる。一方、レジストに対する選択比は大きな変化はないが50以上を保っている。それゆえ、レジストマスク5に膜減りが生ぜず、エッチングシフトは無視できる。

【0015】臭化水素に窒素を混合していくと、エッチング途中において側壁にSiBrN系の付着膜が形成され、これが保護膜になって垂直形状が保たれる。しかし、この付着膜は減圧中では安定であるが、エッチング終了後大気にさらすと蒸発して消失する。そのため、従来例のようなフッ酸による除去は必要とせず、アンダーカットの生じることもない。

【0016】また、臭化水素と亜酸化窒素の混合ガスも、臭化水素と窒素の混合ガスに類似する効果を示す。また、塩素に亜酸化窒素を混合していくと、シリコン酸化膜に対するポリシリコン層3或いはポリサイド層3、4のエッチングの選択比が大きくなる。一方、レジストに対する選択比は大きな変化はないが50以上を保っている。それゆえレジストマスク5に膜減りが生ぜず、エッチングシフトは無視できる。

【0017】また、エッチング途中において側壁にSiClN系の付着膜が形成され、これが保護膜になって垂直形状が保たれる。しかし、この付着膜は減圧中では安定であるが、エッチング終了後大気にさらすと蒸発して消失する。そのため、従来例のようなフッ酸による除去は必要とせず、アンダーカットの生じることもない。

【0018】

【実施例】図7は通常用いられている平行平板型反応性イオンエッチング(RIE)装置の概念図、図8は電子サイクロトロン共鳴(ECR)プラズマエッチング装置の概念図であり、6はウエハー、7はステージ、8はヒータ、9は真空チャンバ、10はシャワーヘッド、11はガ

ス供給口、12はRF電源、13はマイクロ波発振器、14はコイルを表す。

【0019】このような異方性ドライエッチング装置を用いて、ポリサイド層をドライエッチングし、ゲート電極を形成する実施例について説明する。

図1(a) 参照

Si基板1に熱酸化により厚さ200 ÅのSiO₂膜2を形成し、その上に例えばCVD法により厚さ1500 ÅのポリSi層3、厚さ1500 Åのタングステンシリサイド(WSi)層4を連続して堆積する。WSi層4の上にそのWSi層4とポリSi層3をエッチングしてゲート電極を形成するための幅0.6 μmのレジストマスク5を形成する。

【0020】図1(b) 参照

この後、このようなウエハー6を図7に示したRIE装置或いは図8に示したECRプラズマエッチング装置に配置してエッチングガスを供給し、レジストマスク5をマスクにしてWSi層4とポリSi層3のドライエッチングを行う。

【0021】第1の実施例

RIE装置により、ドライエッチング条件を次の如く設定した。

HB r + N ₂	95 SCCM + 5 SCCM
圧力	0.1 Torr
RFパワー	300 W (13.56MHz)
ステージ温度	40℃

ポリSi層3のエッチレートは300 nm/minであり、WSi層4のエッチレートもほぼ同等であった。SiO₂膜2に対する選択比は約100、レジストマスク5に対する選択比は50以上であった。

【0022】ポリサイド層6にジャストエッチの100%オーバーエッチをかけ、ポリサイド層6を完全に除去した。SiO₂膜2の膜減り(オーバーエッチ量)は30 Å程度で、実用上全く問題とはならない。

【0023】レジストマスク5の膜減りは160 Å程度であったが、ポリサイドゲート電極の幅は0.6 μmで、その側壁形状は100%オーバーエッチにもかかわらず垂直であり、エッチングシフト量もほとんどゼロであった。大気開放後、ポリサイドゲート電極の側壁にエッチング中形成されていたと予想されるSiBrN系の保護膜はなくなっていた。

【0024】次に、エッチングガスHB r + N₂の混合比がポリSi層3のエッチレート、ポリSi層3のSiO₂膜2とレジストマスク5に対する選択比にあたる影響について詳細に調べた結果を説明する。

【0025】HB r + N₂：総流量を100 SCCMとし、N₂ / (HB r + N₂) の流量体積比を0~20%の間で変化させ、その他の条件は前述と同様にしてWSi層4とポリSi層3のドライエッチングを行った。

【0026】図2は(HB r + N₂) によるポリSiの

エッチレートと選択比を示す図である。図2によれば、HBrにN₂Oを添加していくと、ポリS1のエッチレートもポリS1のSiO₂に対する選択比も顕著に増大し、5~10%のN₂Oを含む混合ガスでピークとなり、それ以上の添加では減少して行く。一方、レジストに対する選択比は添加によりほとんど変化しないが、50以上を保っている。HBrに対するN₂Oの添加は、流量体積比で15%以下が望ましい。

【0027】第2の実施例

RIE装置により、ドライエッチング条件を次の如く設定した。

HBr+N₂O 95 SCCM + 5 SCCM
 圧力 0.2 Torr
 RFパワー 300 W (13.56MHz)
 ステージ温度 40℃

ポリS1層3のエッチレートは400 nm/minであり、WS1層4のエッチレートもほぼ同等であった。SiO₂膜2に対する選択比は約100、レジストマスク5に対する選択比は70程度であった。

【0028】ポリサイド層6にジャストエッチの100%オーバーエッチをかけ、ポリサイド層6を完全に除去した。SiO₂膜2の膜減り(オーバーエッチ量)は40Å程度で、実用上全く問題とはならない。

【0029】レジストマスク5の膜減りは160Å程度であったが、ポリサイドゲート電極の幅は0.6μmで、その側壁形状は100%オーバーエッチにもかかわらず垂直であり、エッチングシフト量もほとんどゼロであった。大気開放後、ポリサイドゲート電極の側壁にエッチング中形成されていたと予想されるSiBrN系の保護膜はなくなっていた。

【0030】次に、エッチングガスHBrとN₂Oの混合比がポリS1層3のエッチレート、ポリS1層3のSiO₂膜2とレジストマスク5に対する選択比にあたる影響について詳細に調べた結果を説明する。

【0031】HBr+N₂O総流量を100 SCCMとし、N₂O/(HBr+N₂O)の流量体積比を0~20%の間で変化させ、その他の条件は前述と同様にしてWS1層4とポリS1層3のドライエッチングを行った。

【0032】図3は(HBr+N₂O)によるポリS1のエッチレートと選択比を示す図である。図3によれば、HBrにN₂Oを添加していくと、ポリS1のエッチレートもポリS1のSiO₂に対する選択比も顕著に増大し、5~10%のN₂Oを含む混合ガスでピークとなり、それ以上の添加では減少して行く。一方、レジストに対する選択比は添加によりほとんど変化しないが、70程度を保っている。

【0033】HBrへのN₂Oの添加は、流量体積比で15%以下が望ましい。

第3の実施例

RIE装置により、ドライエッチング条件を次の如く設

定した。

【0034】Cl₂+N₂O 95 SCCM + 5 SCCM

圧力 0.1 Torr
 RFパワー 300 W (13.56MHz)
 ステージ温度 40℃

ポリS1層3のエッチレートは450 nm/minであり、WS1層4のエッチレートもほぼ同等であった。SiO₂膜2に対する選択比は約150、レジストマスク5に対する選択比は70程度であった。

【0035】ポリサイド層6にジャストエッチの100%オーバーエッチをかけ、ポリサイド層6を完全に除去した。SiO₂膜2の膜減り(オーバーエッチ量)は30Å程度で、実用上全く問題とはならない。

【0036】レジストマスク5の膜減りは180Å程度であったが、ポリサイドゲート電極の幅は0.6μmで、その側壁形状は100%オーバーエッチにもかかわらず垂直であり、エッチングシフト量もほとんどゼロであった。大気開放後、ポリサイドゲート電極の側壁にエッチング中形成されていたと予想されるSiClN系の保護膜はなくなっていた。

【0037】次に、エッチングガスCl₂とN₂Oの混合比がポリS1層3のエッチレート、ポリS1層3のSiO₂膜2とレジストマスク5に対する選択比にあたる影響について詳細に調べた結果を説明する。

【0038】Cl₂+N₂O総流量を100 SCCMとし、N₂O/(Cl₂+N₂O)の流量体積比を0~30%の間で変化させ、その他の条件は前述と同様にしてWS1層4とポリS1層3のドライエッチングを行った。

【0039】図4はRIE(Cl₂+N₂O)によるポリS1のエッチレートと選択比を示す図である。図4によれば、Cl₂にN₂Oを添加していくと、ポリS1のエッチレートもポリS1のSiO₂に対する選択比も顕著に増大し、5~10%のN₂Oを含む混合ガスでピークとなり、それ以上の添加では減少して行く。一方、レジストに対する選択比は添加によりほとんど変化しないが、60程度を保っている。

【0040】Cl₂へのN₂Oの添加は、流量体積比で15%以下が望ましい。

第4の実施例

ECRプラズマエッチング装置により、ドライエッチング条件を次の如く設定した。

【0041】Cl₂+N₂O 45 SCCM + 5 SCCM

圧力 0.002 Torr
 マイクロ波パワー 1.5 kW
 ステージ温度 常温

ポリS1層3のエッチレートは300 nm/minであり、WS1層4のエッチレートもほぼ同等であった。SiO₂膜2に対する選択比は約50であった。

【0042】ポリサイド層6にジャストエッチの100 %オーバーエッチをかけ、ポリサイド層6を完全に除去した。SiO₂膜2の膜減り(オーバーエッチ量)は60 A程度で、実用上全く問題とはならない。

【0043】ポリサイドゲート電極の幅は0.6 μmで、その側壁形状は100 %オーバーエッチにもかかわらず垂直であり、エッチングシフト量もほとんどゼロであった。大気開放後、ポリサイドゲート電極の側壁にエッチング中形成されていたと予想されるSiCIN系の保護膜はなくなっていた。

【0044】次に、エッチングガスCl₂とN₂Oの混合比がポリSi層3のエッチレート、ポリSi層3のSiO₂膜2に対する選択比にあたえる影響について詳細に調べた結果を説明する。

【0045】Cl₂+N₂O総流量を50SCCMとし、N₂O/(Cl₂+N₂O)の流量体積比を0~40 %の間で変化させ、その他の条件は前述と同様にしてWSI層4とポリSi層3のドライエッチングを行った。

【0046】図5はECR(Cl₂+N₂O)によるポリSiのエッチレートと選択比を示す図である。図5によれば、Cl₂にN₂Oを添加していくと、ポリSiのエッチレートもポリSiのSiO₂に対する選択比も顕著に増大し、10~20 %のN₂Oを含む混合ガスでピークとなり、それ以上の添加では減少して行く。

【0047】Cl₂へのN₂Oの添加は、流量体積比で25 %以下が望ましい。図6はECRプラズマエッチングにおけるオーバーエッチとエッチングシフト量の関係を示す図である。

【0048】この図にみるように、10 %のN₂Oを含む(Cl₂+N₂O)混合ガスではオーバーエッチを80 %かけても、エッチングシフト量はほとんどゼロである。一方、N₂Oを含まないCl₂のみのガスでは、オーバーエッチが20 %を越えるとエッチングシフト量は直線的にプラス側へ増加して行く。

【0049】上記の実施例はポリSiとWSIのポリサイドの異方性ドライエッチングについて説明したが、本発明の方法を用いればその他の高融点金属、例えば、Mo、TiのシリサイドとポリSiのポリサイドゲート電極を高選択比をもって垂直にドライエッチングすることができる。

【0050】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、異方性ドライエッチングにおけるポリシリコン層或いはポリサイド層のシリコン酸化膜及びレジストに対する選択比を大きくすることができ、かつ基板面に対して垂直に精度よく形状を保つことができ、さらにエッチングシフトも小さくできる。

【0051】本発明によれば、シリコン系導電膜の加工を精度よく行い微細な配線パターンを得ることができ、本発明はポリサイドゲート電極の形成に、特に大きな効果を奏するもので、デバイスの高集積化、高速化に寄与するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)、(b)はエッチングの実施例を説明するための断面図である。

【図2】(HBr+N₂)によるポリSiのエッチレートと選択比を示す図である。

【図3】(HBr+N₂O)によるポリSiのエッチレートと選択比を示す図である。

【図4】RIE(Cl₂+N₂O)によるポリSiのエッチレートと選択比を示す図である。

【図5】ECR(Cl₂+N₂O)によるポリSiのエッチレートと選択比を示す図である。

【図6】オーバーエッチとエッチングシフト量の関係を示す図である。

【図7】平行平板型反応性イオンエッチング装置の概念図である。

【図8】電子サイクロトロン共鳴プラズマエッチング装置の概念図である。

【図9】(a)~(c)はエッチングの従来例を説明するための断面図である。

【図10】(HBr+O₂)によるポリSiのエッチレートと選択比を示す図である。

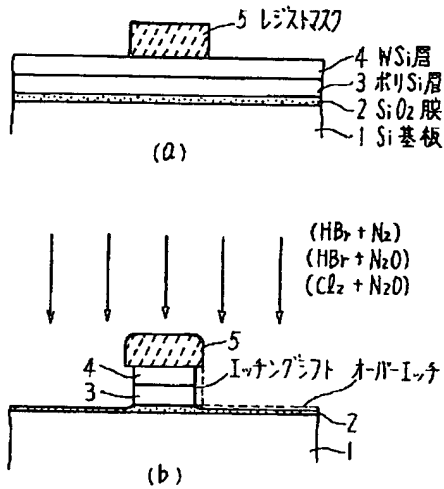
【図11】(Cl₂+O₂)によるポリSiの対レジスト選択比を示す図である。

【符号の説明】

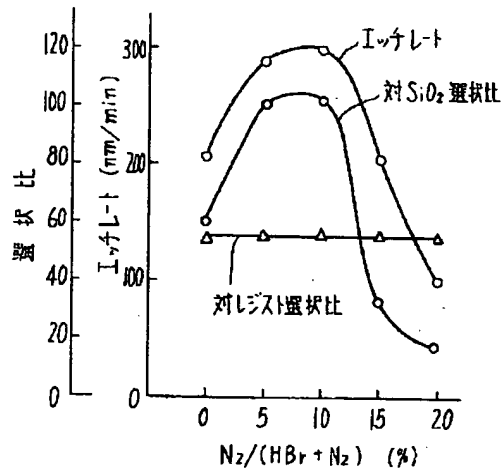
- 1は半導体基板であってSi基板
- 2はシリコン酸化膜であってSiO₂膜
- 3はポリSi層
- 4はWSI層
- 5はマスクであってレジストマスク
- 5aはエッチング後のレジストマスク
- 6はウエハー
- 7はステージ
- 8はヒータ
- 9は真空チャンバ
- 10はシャワーヘッド
- 11はガス供給口
- 12はRF電源
- 13はマイクロ波発振器
- 14はコイル
- 15は側壁付着膜
- 16はアンダーカット

【図1】

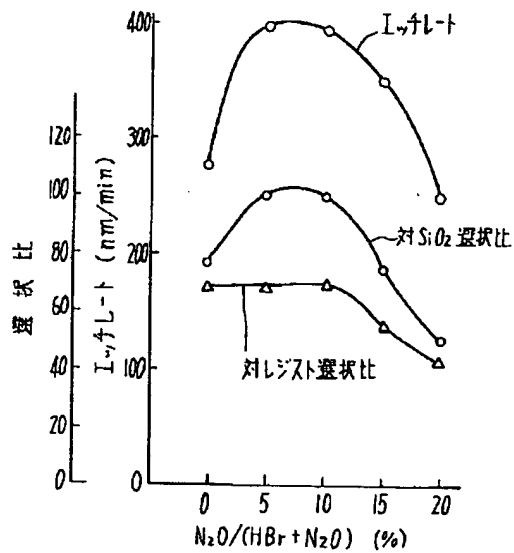
エッチングの実施例を説明するための断面図



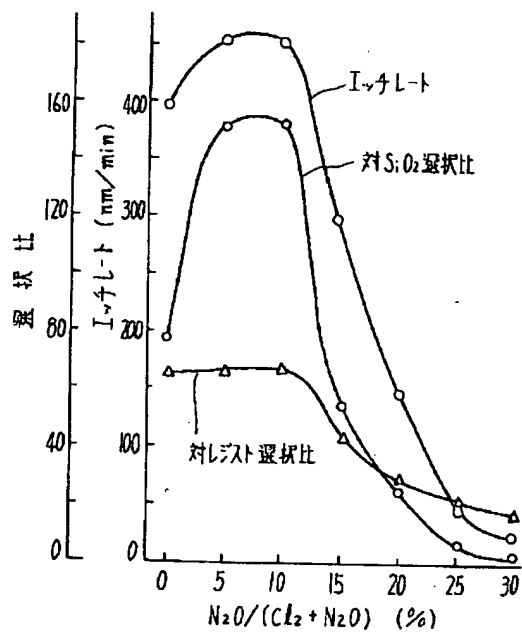
【図2】

(HBr + N₂)によるポリSiのエッチレートと選択比を示す図

【図3】

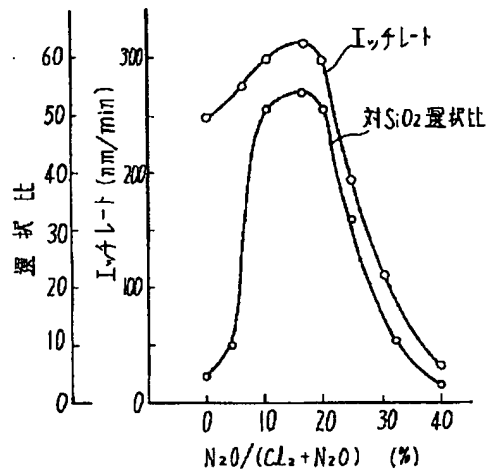
(HBr + N₂O)によるポリSiのエッチレートと選択比を示す図

【図4】

RIE (Cl₂ + N₂O)によるポリSiのエッチレートと選択比を示す図

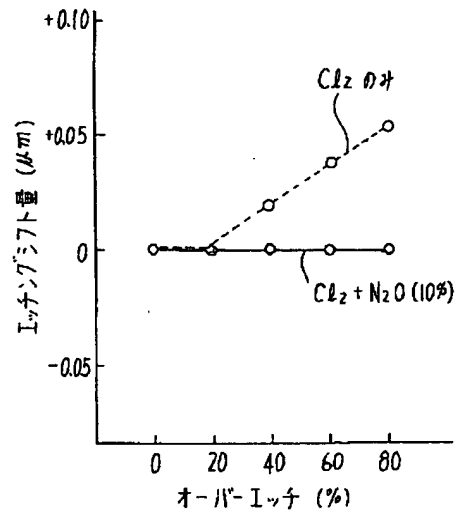
【図5】

ECR($\text{Cl}_2 + \text{N}_2\text{O}$)によるポリSiのエッチレートと
選状比を示す図



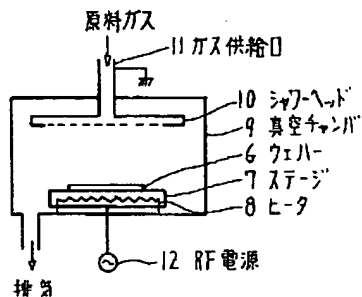
【図6】

オーバ-エッチとエッチングシフト量の関係を示す図



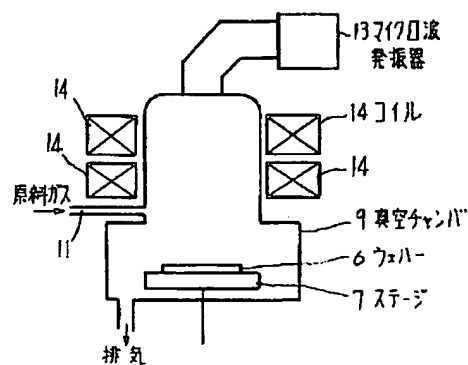
【図7】

平行平板型反応性イオンエッチング装置の概念図



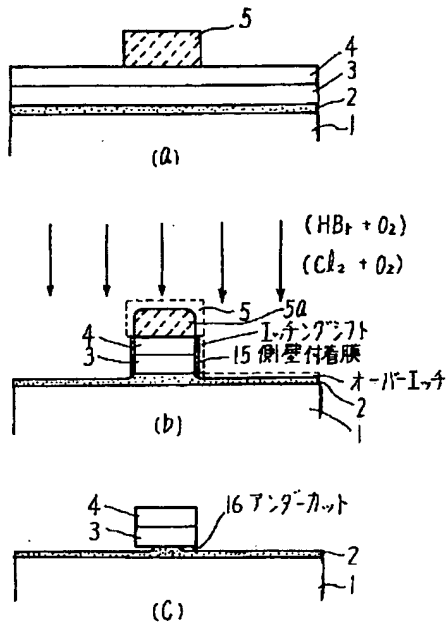
【図8】

電子サイクロトロン共振プラズマエッチング装置の概念図

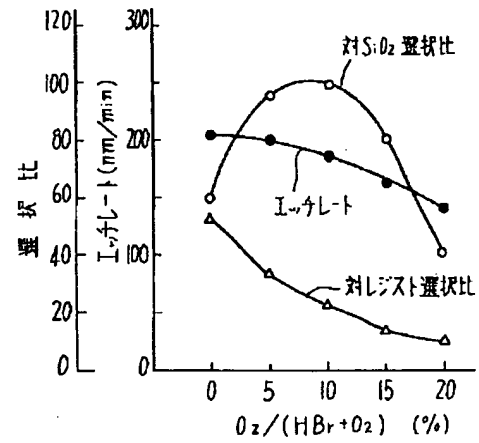


【図9】

エッチングの従来例を説明するための断面図



【図10】

(HBr + O₂)によるポリSiのエッチレートと選択比を示す図

【図11】

(Cl₂ + O₂)によるポリSiの対レジスト選択比を示す図